

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-242012

(43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

G01B 11/30

(21)Application number : 05-026359

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 16.02.1993

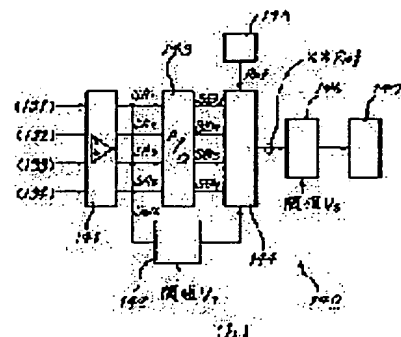
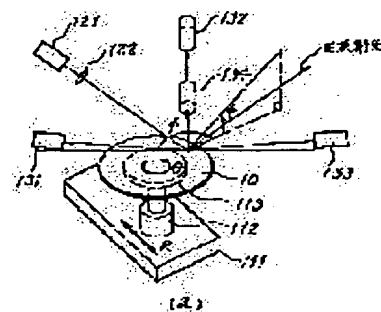
(72)Inventor : SASAKI KENJI

(54) DUST PARTICLE INSPECTION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To allow favorable detection even of a faint light scattered and reflected on a microparticle by receiving a light scattered and reflected on an object to be inspected and outputting a light receiving signal corresponding to the intensity of received light.

CONSTITUTION: A wafer 10 is secured onto a suction table 113 and a laser oscillator 121 is oscillated to begin inspection of dust particles. Respective amplifying circuits 141 amplify outputs from corresponding sensors 131-134 whereas respective A/D converting circuits 143 convert outputs SA1-SA4 from corresponding circuits 141 into digital signals SD1-SD4. On the other hand, an adder circuit 142 receives the outputs SA1-SA4 and outputs an overlapped signal S_{add} whereas a correlation operating circuit 144 receives peak scanning point information from the circuit 142 and the outputs SD1-SD4 from the sensors 131-134 and then extracts a signal value at each scanning point. Subsequently, a correlation comparing circuit 146 compares a correlation coefficient received from the circuit 144 with a preset threshold value and delivers information relevant to scanning point to an operational control circuit 147 where the information is processed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-242012

(43)公開日 平成6年(1994)9月2日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 N 21/88

G 0 1 B 11/30

識別記号

E 8304-2 J

D 9108-2 F

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平5-26359

(22)出願日

平成5年(1993)2月16日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 佐々木 賢司

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

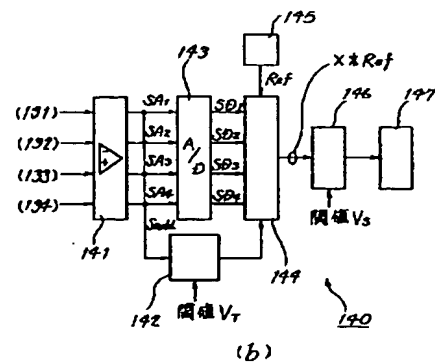
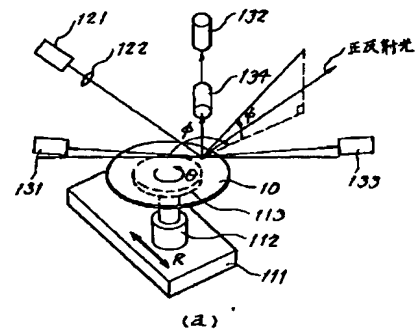
(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

(54)【発明の名称】 異物検査装置

(57)【要約】

【構成】 ウェハにレーザ光を照射した際生ずる散乱光を複数方向から受光し、各受光信号を、シミュレーション等により求めた散乱光強度分布によるデータ値と相関をとって、ウェハ表面に付着した微粒子を検出する。

【効果】 微粒子による微弱な散乱反射光をも、センサなどのノイズの影響を受けることなく、好適に検出することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査対象を全面走査可能に載置固定する載置手段と、前記検査対象を照射する投光手段と、前記被検査対象からの散乱反射光を受光しかつ受光強度に応じた受光信号を出力する複数の受光手段と、前記各受光信号を加算して閾値と比較する閾値処理手段と、前記受光信号のそれぞれを予め記憶された参照信号と比較する相関演算手段とを具備することを特徴とする異物検査装置。

【請求項2】 前記投光手段は偏光成分を有する光を照射し、かつ各受光手段は前記検査光と略同一の偏光成分及び異なる偏光成分の両方の光を検出できるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の異物検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば半導体ウェハ上に存在する異物などをレーザ光で照射して得た散乱反射光を用いて検出する異物検査装置に係り、特に散乱反射光を受光して得た電気信号の処理方式を改良して検出感度を向上させる異物検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェハ表面に存在する異物などは製造不良の原因となるので、これらの表面検査は不可欠である。かかる検査は、半導体ウェハにレーザなどの光を照射し、ウェハ表面に付着した異物からの散乱反射光を受光して、受光信号を所定の閾値と比較するなどの演算処理によって行う方式が一般的である。ところが、付着異物の粒径が微細化すると、散乱光に対する背景光や信号上のノイズの影響が問題となる。因みに、このノイズの要因としては、例えば、(1)ウェハの表面粗さ、(2)洗浄残渣付着粒子(汚染)、(3)空気粒子によるレイリー散乱、(4)ビーム走査雑音等が挙げられる。

【0003】このようなノイズの影響を解消して異物等の検出感度を向上させる技術としては、例えば、特開昭63-296348号、特開昭63-309841号、特開平1-263539号等がある。上述の公報においては、検査対象(ウェハ)に対して複数方向からレーザ光を照射し、あるいは照射レーザ光の偏光を変えながら反射光を受光し、検査対象の表面状態に応じて各照射条件に対する散乱光強度分布の変化が異なることを利用して、付着微粒子のみを検出する技術について開示されている。

【0004】ところで、ウェハの表面状態には、例えば図6(a)乃至(d)に示す4つの状態がある。すなわち、同図(a)は正常なウェハ表面上に0.1 μ m以下の異物(微粒子)が付着している状態、同図(b)は正常なウェハ表面上に0.01 μ m程度の微粒子が何らかの原因で落下したり、大気中の汚染物質や化学吸着し、あるいは洗浄処理中に逆に化学物質が吸着反応を起こす等して汚染した状態、同図(c)はウェハ表面上に傷等の欠陥が存在す

る状態、同図(d)は傷程度ではないが通常よりもウェハ表面が荒れている状態である。しかし、上記各状態のウェハ表面にレーザ光を斜め照射すると、夫々図7(a)乃至(d)に示す強度分布を有する散乱反射光を生ずることになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】図7(a)乃至(d)では、説明の便宜上、散乱光の強度分布パターンの変化を若干誇張させて描いた。しかし、レーザ光の照射角度や偏光成分の変化によっては、散乱光強度分布パターンは僅かしか変化しないのが実情である。したがって、上記公開公報で開示される技術では、ウェハ表面が図6に示す4つの状態のうちいずれであるかを特定することは困難である。また、複数のレーザ光をスポット状に形成し、かつウェハ上の同一箇所に照射させながら走査することは、装置の構成上極めて困難である。

【0006】また、照射レーザ光の偏光成分を用いて検査した場合、使用する波長帯域によっては直線偏光光を得るとは限らず、その上、偏光子等を通過する際に入射パワーが2分の1程度に低下するため、検出感度がますます低くなってしまふ。

【0007】そこで本発明は、微粒子による微弱な散乱反射光をも、背景光やセンサのショットノイズ等の影響を受けることなく、好適に検出することができる異物検査装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参照してなされたものであり、検査対象を全面走査可能に載置固定する載置手段と、前記検査対象を照射する投光手段と、前記被検査対象からの散乱反射光を受光しかつ受光強度に応じた受光信号を出力する複数の受光手段と、前記各受光信号を加算して閾値と比較する閾値処理手段と、前記受光信号のそれぞれを予め記憶された参照信号と比較する相関演算手段とを具備することを特徴とする異物検査装置である。

【0009】また本発明は、上記異物検査装置のうち、前記投光手段は偏光成分を有する光を照射し、かつ各受光手段は前記検査光と略同一の偏光成分及び異なる偏光成分の両方の光を検出できるようにしたことを特徴とする異物検査装置である。

【0010】

【作用】センサのショットノイズなどノイズ信号は各受光手段において時間的にランダムに発生する。一方、付着微粒子やウェハの荒れ等の検査対象上の欠陥を照射した際には、散乱反射光が発生し、各方向に配設された夫々の受光手段はこれを同時に検出する。各受光手段の出力を同期的に加算すれば、付着微粒子等による信号は重合わされて大きなピークを示す一方、ランダムに発生するセンサのショットノイズは小さなピークのまま現れる。したがって、加算された信号を、所定の閾値(上記

大きなピークと小さなピークとの中間的な値とする。)と大小比較することにより、検査対象上の欠陥とノイズによる信号とを明確に区別することができる。特に高速検査を行う場合、通常はショットノイズが多数発生してSN比が低下するが、この方法によればSN比の低下を防止することができる。

【0011】また、微粒子(特に、照射レーザ光のスポット径よりも小さい微粒子)による散乱反射光は、散乱光強度の絶対値は微粒子の径に略比例して増大するが、その散乱パターンは粒子径に拘らず特定の形状をなすものである。そして、各受光手段が微粒子による散乱反射光を受光した場合、各々の出力信号の大小比は散乱パターンに応じた特定の値となる。したがって、上述の加算された信号が大きなピークをなす場合における各信号値の大小の相関を調べることによって、そのピークが付着微粒子かウェハ表面自体の影響に因るものかを明確に区別することができる。

【0012】また、微粒子を特定の偏光成分の光で照射した場合、その散乱反射光は、粒子径に拘らず、入射光と同一の偏光成分、異なる偏光成分各々の散乱パターンは夫々特定の形状をなすものである。したがって、入射光と同一または異なる偏光成分の光を別個に受光する各受光手段の出力信号の大小関係を調べることによって、付着微粒子のみをより明確に区別することができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

【0014】図1(a)は、本発明の第1の実施例に係る異物検査装置(100)の機械・光学系の構成を、同図(b)は同装置(100)の電気回路系の構成を示す図である。同装置(100)は、載置手段としての直動(R)ステージ(111)、回転(θ)ステージ(112)、吸着テーブル(113)と、投光手段としてのレーザ発振器(121)、集光レンズ系(122)と、受光手段としての第1乃至第4のセンサ(131)、(132)、(133)、(134)と、閾値処理手段及び相関演算手段の機能を有する電気回路系(140)とを備えている。以下、まず各部の構成について詳解する。

【0015】Rステージ(111)は、連結されるモータ(図示しない)の駆動によってリニアテーブルを直進(R軸)方向に進退移動するようになっている。 θ ステージ(112)は、上記リニアテーブルと一体をなし、かつ連結されるモータ(図示しない)の駆動により略鉛直軸(θ 軸)回りにその上部が回転するようになっている。 θ ステージ(112)の回転自在な上部は、吸着テーブル(113)としての機能をも有しており、検査対象たるウェハ(10)を真空吸引などの方法によって載置固定するようになっている。しかし、Rテーブル(111)と θ テーブル(112)とは、後述する演算制御回路(147)の指令によって同期的に駆動して、ウェハ(10)をスパイラル状に全面走査できるようになっている。また、各テーブル(111)

、(112)は、上記各モータの制御信号との同期をとるか、または夫々に対向配設されるリニアエンコーダ、ロータリーエンコーダなどの位置検出手段(図示しない)によって現在位置を検出できるようになっている。

【0016】レーザ発振器(121)は、載置手段の上方にて、出射光の光軸がウェハ(10)と交差するように支持軸(図示しない)等により固設されている。集光レンズ系(122)は、単一のレンズまたは複数のレンズの組によって構成され、かつ上記出射光の光路上に配設されており、出射レーザ光を集光してウェハ(10)上の所定の1点に焦点を結ばせるようになっている。なお、上記レーザ光はウェハ(10)上の付着粒子を照射した際に散乱光を発する程度のパワーを有するものであれば足り、その発振器の種類や波長は問わない。

【0017】第1乃至第4のセンサ(131)、(132)、(133)、(134)は、いずれも受光量の強弱に応じた大きさのアナログ電気信号を出力する受光素子を備えており、レーザ光によりウェハ(10)が照射された際に生ずる散乱反射光を受光すべく、ウェハ(10)の上方で正反射方向以外の任意の位置に夫々配設されている。各センサ(131)、(132)、(133)、(134)の好ましい配置の一例を図2に示してある。同図において、レーザ光のスポット点を中心とする上半球を仮想し、かつ当該半球の仰角を ψ 、散乱角を ϕ とおいた場合、レーザ光の入射角が $(\psi, \phi) = (45^\circ, 0^\circ)$ であるのに対して、各センサ(131)、(132)、(133)、(134)は夫々 $(\psi, \phi) = (5^\circ, 0^\circ)$ 、 $(0^\circ, 90^\circ)$ 、 $(5^\circ, 180^\circ)$ 、 $(5^\circ, 90^\circ)$ の各方向に進行する散乱反射光を受光するように支持軸(図示しない)等により固設されている。なお、各センサ(131)…は、散乱反射光をウェハ(10)の上方にて直接観察するのではなく、光ファイバを介して遠隔的に受光するようにしてもよい。

【0018】電気回路系(140)は、4組の増幅回路(141)…と、加算回路(142)と、4組のアナログ/デジタル(以下、A/Dとする。)変換回路(143)…と、相関演算回路(144)と、記憶回路(145)と、相関比較回路(146)と、演算制御回路(147)とを備えている。

【0019】増幅回路(141)…は、通常のアンプ素子等で構成され、各センサ(131)…に対応して設けられており、夫々のセンサ(131)…からのアナログ電気信号を所定の倍率で増幅するようになっている(以下、増幅された各アナログ電気信号を夫々 SA_1 、 SA_2 、 SA_3 、 SA_4 と置く)。

【0020】加算回路(142)は、各増幅回路(141)…の出力 SA_1 …を各々の走査位置が一致するように重ね合わせた単一の電気信号 S_{sum} を求め、かつ S_{sum} を所定の閾値 V_T と比較して(閾値 V_T は予め設定されているものとする。)、 V_T を越える走査点を検出して、後述する相関演算回路(144)に出力するようになっている。なお、上記閾値 V_T は、例えばヒューリスティックな手法に

より求められた値が用いられる。

【0021】A/D変換回路(143) …は、各センサ(131) …に対応して設けられており、各々対応する増幅回路(141) …のアナログ出力を、所定の階調で表現されるデジタル電気信号にA/D変換するようになっている(以下、A/D変換された各デジタル電気信号を夫々SD₁, SD₂, SD₃, SD₄とおく)。

【0022】相関演算回路(144) は、多種の演算ができるように工夫された算術演算論理回路で構成されている。そして、加算回路(142) より閾値V₁を越える走査点に関する情報を入力して、A/D変換回路(143) …の出力SD₁ …のうち当該走査点における信号値を抽出し

(以下、各出力から抽出された信号値を夫々x₁, x₂, x₃, x₄とし、これらをまとめたデータ群をX *

$$X * Y = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad \dots (1)$$

但し、 \bar{x} , \bar{y} は夫々x₁ …, y₁ …の平均値とする。

【0024】記憶回路(145) は、通常は補助記憶装置と呼ばれるもので構成されており、データ群Refを格納するとともに適宜読み出せるようになっている。ここで、レーザ光で微粒子を照射した場合の散乱反射光は、特定の散乱パターンを有することが知られている。したがって、微粒子に因る散乱反射光を受光した各センサ(131) …の出力x₁, x₂, x₃, x₄は、当該散乱パターンに対応した大小比となる。そして、このような大小比x₁ : x₂ : x₃ : x₄は、コンピュータ・シミュレーションや標準粒子を用いたキャリブレーションによって容易に求めることができる。この大小比と略一致するようにデータ群Refの各データ要素r₁, r₂, r₃, r₄を設定しておけば、各センサ(131) …が受光した散乱反射光が微粒子に因る場合(すなわち、散乱反射光が当該特定の散乱パターンを有する場合)は、前述の式(1)で算出される相関係数X * Refは大きな値をとるようになっている。なお、データ群Refは、検査仕様等の要求に応じて複数種類格納しておいてもよい。但し、照射レーザ光のスポット径よりも極めて小さい微粒子(特に粒径0.1μm以下の微粒子)の場合、その粒子径によって散乱光強度の絶対値は変化するが、その散乱パターンの形状は殆ど変化しないので、1種類だけ格納しておけば充分である。

【0025】相関比較回路(146) は、信号値同士を大小比較する回路で構成されており、上記相関演算回路(144) で求めた相関係数を予め与えられた閾値V₂と大小比較し、相関係数がV₂を越える場合は当該走査点において付着粒子が存在すると判断して検出信号を演算制御回路(147) に出力するようになっている。なお、付着微粒子の散乱光は、その粒子径によって散乱パターンは変化しないが、その光量の絶対値は粒子径と略比例して敏

* (x₁, x₂, x₃, x₄)と記述することとする。)、この抽出したデータ群Xと後述の記憶回路(145) から読み出された相関値との相関係数を求めるようになっている(以下、記憶回路(145) から読み出された相関値を夫々r₁, r₂, r₃, r₄とし、これらをまとめたデータ群をRef (r₁, r₂, r₃, r₄)と記述することとする。なお、X, Refの各要素x_i, r_iの添字iは互に対応するものとする。)。なお、夫々n個のデータ要素からなるデータ群X (x₁, …, x_n)、Y (y₁, …, y_n)の相関係数をX * Yと記述し、且つX * Yを例えば下式(1)のように定義することにする。

【0023】

【数1】

感に増減変化する。したがって、抽出された各データx₁ …は、互いの大小比x₁ : x₂ : x₃ : x₄を略一定にしつつ、照射された微粒子の粒子径に応じて増減変化する。これに伴って、その相関係数X * Refも変化する。そこで、検出した微粒子の粒子径をも推定したい場合は、粒子径に応じて多段の閾値V_{s1}, V_{s2} …を設定してやればよい。そして、このような閾値V_sは、例えばヒューリスティックな手法により求められた値が用いられる。

【0026】演算制御回路(147) は、通常は中央処理装置(Central Processing Unit: CPU)と各種ハードウェア回路とから構成されている。そして、演算制御回路(147) は、上記相関比較回路(146) から検出信号を入力して、各種統計処理等を施すようになっている。また、演算制御回路(147) は、装置(100)の各部と電氣的に接続されており、上記相関比較回路(146)の出力を処理するとともに、装置全体の動作を統御するようになっている。次に、上記異物検査装置(100)の動作とともに第1の実施例の作用について説明する。

【0027】検査対象となるウェハ(10)を吸着テーブル(113)に載置固定し、R, θ各テーブル(111), (112)を駆動させて上記ウェハ(10)を所定の走査開始位置に設定する。次いで、投光手段、受光手段に対して適切な光学的アライメントを施す。しかる後、レーザ発振器(121)を発振させ、異物検査を開始する。なお、検査中は、R, θ各ステージ(111), (112)は演算制御回路(147)の指令によってウェハ(10)を所定速度でスパイラル状に走査しており、また、各センサ(131) …は絶えず受光量に応じた電気信号を所定のタイミングで出力しているものとする。

【0028】各増幅回路(141) …は、夫々対応するセン

サ(131) …の出力を増幅する。そして、各A/D変換回路(143) …は、夫々対応する増幅回路(141) …の出力SA_i乃至SA_nをデジタル電気信号SD_i乃至SD_nにA/D変換する。ここで、ウェハ(10)上のある走査区間におけるSD_i乃至SD_nのチャートが図3に示す通りになるものとする。しかして、散乱反射光はレーザ光の照射点に付着粒子(異物)が存在した場合、化学的に汚染している場合、ウェハ(10)表面が荒れている場合等に強くなるので、当該走査点での各信号のチャートは急峻なピークを示す。それ以外にも、センサのショットノイズ等の電気的な外乱要因のため、各信号のチャートには時間的にランダムに細かなピークを示す。

【0029】一方、加算回路(142)は、まず、SA_i乃至SA_nを入力して、各々の走査位置が一致するように重ね合わせた信号S_{add}として出力する。図3に示す各信号SD_i、SD_j、SD_k、SD_lを加算処理した場合のS_{add}のチャートは同図最下段に示す通りになる。しかして、個々の信号SD_i …のチャートを見た場合、微粒子検出の際のピークよりもセンサのショットノイズによるピークの方が高いという状況も起こり得る。しかしながら、微粒子によるピークは各信号ともに時間的に一致する

【0030】一方、センサのノイズはアットランダムに生ずるものであり各信号で同期的に生ずることはあり得ない。したがって、加算した信号S_{add}においては、センサのノイズは低いレベルで現れるのみである。次い *

$$\begin{aligned} X_A * Ref \\ &= 45 \times 30 + (-35) \times (-20) + 25 \times 20 + (-35) \times (-30) \\ &= 700 \end{aligned} \quad \dots\dots(2)$$

$$\begin{aligned} X_B * Ref \\ &= 45 \times 5 + (-35) \times (-5) + 25 \times 5 + (-35) \times (-5) \\ &= 3600 \end{aligned} \quad \dots\dots(3)$$

【0032】次いで、相関比較回路(146)は、上記相関演算回路(144)から順次入力される相関係数X_A*Ref、X_B*Ref…を、予め設定された閾値V_rと大小比較する。例えば、検出したい微粒子の粒子径により閾値がV_r=2000である場合、走査点Aはウェハ(10)表面自体の影響(図6の(b)乃至(d))によるピーク、Bは付着微粒子によるピークと判断される。そして、走査点Bに関する情報が検出信号として演算制御回路(147)に出力される。

【0033】演算制御回路(147)は、検出信号を逐次入力して、その都度あるいは一旦ウェハ(10)全面走査して全ての情報を蓄積した後、所定の処理を施し、必要に応じてその結果を外部に出力する。

【0034】載置したウェハ(10)を全面走査すると、当該ウェハ(10)の検査は完了して、R、θ各ステージ(111)、(112)の駆動やレーザ発振器(121)の発振等が停止する。さらに別のウェハ(10)を検査したい場合は、同様の動作を繰り返す。

【0035】図5は、本発明の第2の実施例に係る異物

*で、加算回路(142)は、上記信号S_{add}を閾値V_rと大小比較して、V_rを越える走査点を検出する。図3では、走査点A、Bが検出されて後続の相関演算回路(144)に出力される。但し、付着微粒子以外にも、化学的汚染やウェハ(10)表面の荒れ等、ウェハ(10)表面に関する要因は各信号の同期的なピークとして現れるので、走査点A、Bがそのいずれによるものかは当該回路(142)では判別不能である。

【0031】次いで、相関演算回路(144)は、上記加算回路(142)よりピークの走査点に関する情報を入力する一方、増幅、A/D変換された各センサ(131) …の出力SD_i …を入力して、上記各走査点における信号値を抽出する。ここで、図3に示す信号SD_i …のうち走査点A、Bにおける各信号値を抽出したものは図4に示す通りであり、夫々X_A(40, 30, 40, 30)、X_B(80, 30, 70, 20)となるものとする。次いで、記憶回路(145)からは相関値Ref(r₁, r₂, r₃, r₄)が入力される。相関値Refの各データ要素r_i …は、上述の通り予め設定された値であり、検出すべき付着微粒子から発せられるであろう散乱光強度分布に対応するものである。図4では、入力された各データ要素がRef(100, 20, 80, 20)なる値をとるものとする、X_A、X_Bの夫々とRefとの相関係数は、上式(1)に基づいて算出され、下式(2)、(3)に示す値となる。

検査装置(200)の構成を示す図である。同装置(200)は、投光手段と受光手段の構成が上記第1の実施例に係る異物検査装置(100)とは相違し、これに付随して受光して得た電気信号を処理する電気回路系各部の構成や演算プログラムなども異なっている。以下、異物検査装置(200)の各部の構成について詳解する。但し、上記異物検査装置(100)と略同一構成の箇所については敢えて言及しない。

【0036】投光手段としてのレーザ発振器(221)は、特定偏光のあるレーザ光を発振するもの、あるいは射出口付近に偏光板(223)が配設されて、既知の偏光成分のレーザ光を供給できるようになっている。そして、当該レーザ光は集光レンズ系(222)で集光され、吸着テーブル(213)に載置されたウェハ(10)を斜方向からスポット照射するようになっている。

【0037】受光手段は、上記異物検査装置(100)と同様に、4組備えており、かつ各々がウェハ(10)上のレーザ光照射点を所定角度から見下ろすように配設されている(例えば図2と同様)。但し、各受光手段は、夫々2

つのセンサ(231と231'), (232と232'), (233と233'), (234と234')が隣設され、かつ各センサ(231) …の受光面前には夫々偏光子(231-a), (231-b), (232-a), (232-b), (233-a), (233-b), (234-a), (234-b)が配設されている。そして、偏光子(231-a), (232-a), (233-a), (234-a)は照射レーザ光と略同一の偏光成分の光のみを通過させ、また、偏光子(231-b), (232-b), (233-b), (234-b)は照射レーザ光とは異なる偏光成分の光のみを通過させるようになっており、番をなすセンサ(231)と(231') …は各々に対応する偏光成分の散乱反射光のみを選択的に検出してその受光量に応じた電気信号を出力するようになっている。

【0038】電気回路系は、夫々上記第1の実施例と略同一の構成・作用を有する増幅回路(241) …, 加算回路(242), A/D変換回路(243) …, 相関演算回路(244), 比較回路(245), 相関比較回路(246), 演算制御回路(247)を備えている。

【0039】増幅回路(241) …, A/D変換回路(243) …は上記受光手段の出力数に対応して夫々8組ずつ配設されている。ここで、各増幅回路(241) …の出力を $S_{A1}, S_{A2}, \dots, S_{A8}$ とし、各A/D変換回路(243) …の出力を $S_{D1}, S_{D2}, \dots, S_{D8}$ とする。

【0040】加算回路(242)は、8つの信号 S_{A1}, S_{A2}, \dots を各走査位置が一致するように重ね合わせて S_{add} とし、かつこの S_{add} を予め設定されている閾値 V_T と大小比較し、 V_T を越える走査点を検出して相関演算回路(244)に出力するようになっている。

【0041】相関演算回路(244)は、入力した各 S_{D1}, S_{D2}, \dots のうち V_T を越える走査点における信号値 x_1, x_2, \dots, x_8 を抽出して(これらをまとめてデータ群 X とする。)、記憶回路(245)から読み出されたデータ群 Ref との相関係数を前述の式(1)により算出するようになっている。

【0042】記憶回路(245)は、上述のデータ群 $X(x_1, x_2, \dots)$ との相関を算出するためのデータ群 $Ref(r_1, r_2, \dots, r_8, r_9)$ を格納し適宜読み出せるようになっている。ここで、特定の偏光成分からなるレーザ光で微粒子を照射した場合の散乱反射光は、入射レーザ光と同一の偏光成分、及び異なる偏光成分の夫々について特定の散乱パターンを有することが知られている。したがって、微粒子に因る散乱反射光のうち、当該同一の偏光成分のみを受光する各センサ(231) …の出力 x_1, x_2, x_3, x_4 、及び当該異なる偏光成分のみを受光する各センサ(231') …の出力 x_5, x_6, x_7, x_8 は、各々の散乱パターンに応じた大小比となる。そして、このような比 $x_1 : x_2 : x_3 : x_4$ や $x_5 : x_6 : x_7 : x_8$ は、コンピュータ・シミュレーションや標準粒子を用いたキャリブレーションによって容易に求めることができる。このようにして求めた結果に基づいて各データ要素 r_1, r_2, r_3, r_4 及び r_5, r_6, r_7, r_8 を設定しておけば、受光した散乱反射光が微粒子に因る場合(すなわち、各偏光成分が当該特定の散乱パターンを有する場合)は、前述の式(1)で算出される相関係数 $X * Ref$ は大きな値をとるようになっている。

【0043】相関比較回路(246)は、信号値同士を大小比較する回路で構成されており、上記相関演算回路(244)で求めた相関係数を予め与えられた閾値 V_s と大小比較し、相関係数が V_s を越える場合は当該走査点において付着粒子が存在すると判断して検出信号を演算制御回路(247)に出力するようになっている。次に、上記異物検査装置(200)の動作とともに第2の実施例の作用について説明する。

【0044】検査対象となるウェハ(10)を装着し、所定のアライメント作業の後、レーザ発振器(221)を発振させるとともに、 R, θ 各テーブル(211), (212)を同期的に駆動させて検査を開始する。

【0045】各増幅回路(241) …は各センサ(231) …の出力を増幅し、次いでA/D変換回路(243) …は夫々をA/D変換する。しかして、散乱反射光はレーザ光の照射点に付着粒子が存在した場合、汚染している場合、ウェハ(10)表面が荒れている場合等は当該走査点での各センサ(231) …の出力は急峻なピークを示す。また、センサのショットノイズ等の外乱によって、各出力には時間的にランダムに細かなピークが現れる。

【0046】一方、加算回路(242)は、まず、各増幅回路(241) …の出力を同期的に重ね合わせた信号 S_{add} を求める。次いで、 S_{add} を所定の閾値 V_T と大小比較して、 V_T を越える走査点を後続の相関演算回路(244)に出力する。しかして、付着粒子や化学的汚染、ウェハ(10)表面の荒れ等に係る走査点が V_T を越えるものとして検出される。

【0047】次いで、相関演算回路(244)は、上記走査点の情報を入力する一方、増幅、A/D変換された各センサ(231) …の出力を入力して、当該走査点における信号値 x_1, x_2, \dots, x_8 を抽出する。そして、記憶回路(245)からは相関値 $Ref(r_1, r_2, \dots, r_8, r_9)$ を入力して、前述の式(1)に基づいて相関係数 $X * Ref$ を算出する。

【0048】相関比較回路(246)は、上記相関演算回路(244)から順次入力される相関係数 $X * Ref$ …を、予め設定された閾値 V_s と大小比較する。そして、 $X * Ref$ が V_s を越える場合は、当該走査点に付着粒子が存在すると判断して、検出信号を後続の演算制御回路(247)に出力する。

【0049】演算制御回路(247)は、検出信号を逐次入力して、その都度あるいは一旦ウェハ(10)全面を走査して全ての情報を収集した後、当該情報に所定の処理を施し必要に応じてその結果を外部に出力する。ウェハ(10)の検査工程が完了すると、装置各部の動作を停止させ

る。さらに別のウェハ(10)を検査したい場合は、装置に投入して同様の作業を繰り返す。なお、本発明の構成は、上記の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で変形可能である。

【0050】例えば、レーザ光の走査機構は、ウェハとレーザスポットとが相対的に移動するものであれば足り、 $R-\theta$ ステージによるスパイラル状走査でなく、 $X-Y$ ステージによるライン状走査でもよい。

【0051】また、受光手段の配置や個数は、図2に限定されるものではなく、自由な組合わせでよい。但し、相関パターンを演算処理するとき、光強度分布の正規化を行う関係上、キャリブレーションまたはシミュレーションで各受光手段が同じ強度分布を示す配置は避けるべきである。また、加算回路は、アナログ回路で構成しても、 A/D 変換後のデジタル回路で構成してもよい。相関演算回路も同様である。

【0052】

【発明の効果】以上詳記したように本発明に係る異物検査装置によれば、異物の検査を正確かつ確実に行うことができる。この結果、LSI製造工程において製造歩留は著しく向上し、ひいては大きな工業的效果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る異物検査装置(100)の構成を示す図であり、具体的には、同図(a)は同装置(100)の機械・光学系の構成を、同図(b)は同装置(100)の電気回路系の構成を示す図である。

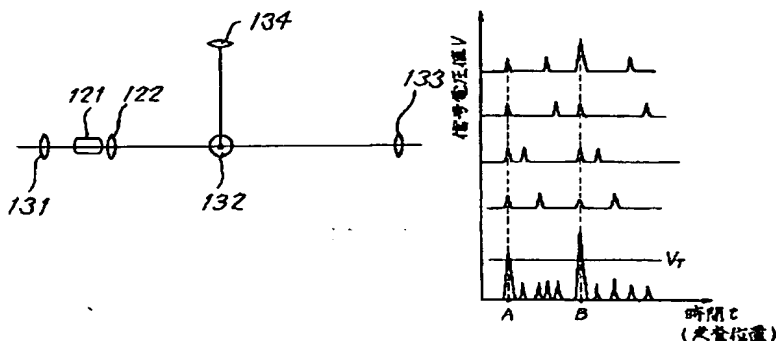
【図2】同異物検査装置(100)の光学系の上面の概観構成を示す図である。

*

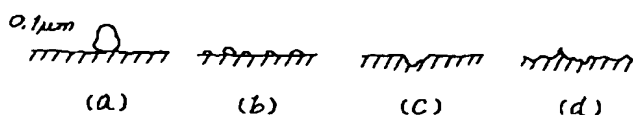
30

【図2】

【図3】



【図6】



* 【図3】本発明の第1の実施例の作用、具体的には各 A/D 変換回路(143)…の出力 SD_1, SD_2, SD_3, SD_4 、及び加算回路(142)の出力 S_{add} の走査方向のチャートを示す図である。

【図4】本発明の第1の実施例の作用、具体的には図3の走査点A、Bにおける相関係数の算出方法を示す図である。

【図5】本発明の第2の実施例に係る異物検査装置(200)の構成を示す図である。

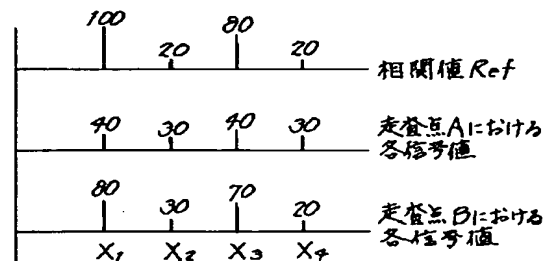
【図6】ウェハの表面状態を示す図であり、具体的には、同図(a)は正常なウェハ表面上に $0.1\mu m$ 以下の微粒子が付着している状態、同図(b)は正常なウェハ表面上に $0.01\mu m$ 程度の微粒子が何らかの原因で落下したり、大気中の汚染物質や化学吸着し、あるいは洗浄処理中に逆に化学物質が吸着反応を起こす等して汚染した状態、同図(c)はウェハ表面上に傷等の欠陥が存在する状態、同図(d)は傷程度ではないが通常よりもウェハ表面が荒れている状態を示す図である。

【図7】図6(a)乃至(b)のウェハの各状態においてレーザ光照射時に生ずる散乱反射光の強度分布を示す図である。

【符号の説明】

111…直動ステージ、112…回転ステージ、113…吸着テーブル、121…レーザ発振器、122…集光レンズ系、131…第1のセンサ、132…第2のセンサ、133…第3のセンサ、134…第4のセンサ、141…増幅回路、142… A/D 変換回路、143…加算回路、144…相関演算回路、145…相関閾値回路、146…外部メモリ、147…演算制御回路、222…偏向板、231-a…偏光子。

【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.